UNIVERSITÉ DE PARIS. — FACULTÉ DE MÉDECINE

CONCOURS POUR L'AGRÉGATION (1904)

PHYSIOLOGIE

EXPOSÉ DES TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

Dr Paul RIVIÈRE

PARIS
HENRI JOUVE, ÉDITEUR
15, Rue Racine, 15
1904

TITRES

Préparateur du Laboratoire des Cliniques de la Faculté de Médecine de Bordeaux, depuis 1893 jusqu'en 1899.

Lauréat de la Faculté de Médecine de Bordeaux, 1895.

Docteur en médecine, 1898.

Membre de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux.

Lauréat de la Faculté de Médecine, 1898 (Prix Godard des Thèses, Médaille d'argent).

TRAVAUX

—

Valeur antiseptique de l'extrait testiculaire et de la glycérine.

(En commun avec M. Sabrazès).

Comptes-rendus de la Société de Biologie, 24 novembre 1893 et décembre 1893.

Action de la glycérine sur la bactéridie charbonneuse sporulée.

Société d'hygiène publique de Bordeaux, 3 février 1894.

Sur un streptothrix rencontré dans un cas d'abcès du cerveau et d'infarctus suppuré du rein

(En commun avec M. Sabrazès).

Presse Médicale, 22 septembre 1894.

Réaction agglutinante du bacille du tétanos.

(En commun avec M. Sabrazès).

Société de Biologie, 1899.

La prophylaxie expérimentale de la contagion dans la phtisie pulmonaire.

(Avec M. le Dr Lalesque).

Revue de la Tuberculose, décembre 1895.

Etude d'un nouveau streptothrix parasite de l'homme.

Congrès français de médecine, 1895.

Ce mémoire est une étude de physiologie générale sur un champignon parasite découvert par nous dans une infection broncho-pleuro-pulmonaire.

Nous avons insisté d'une façon toute particulière sur la nutrition de ce treptothrix qui jouit de la propriété de s'assimiler le beurre du lait où il est cultivé. Il paraît saponifier ce corps et vivre aux dépens de la glycérine.

Notre parasite est chromogène ; nous avons également étudié les variations de cette fonction et montré combien elle était contingente : elle ne peut, en aucun cas, être invoquée comme moyen de classification.

Simultanéité des décharges des divers départements de l'organe électrique de la torpille.

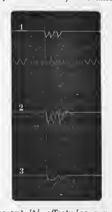
(En commun avec M. le professeur Jolyet).

Travaux des laboratoires de la station zoologique d'Arcachon, 1895.

Dans une note parue dans les Comptes-rendus de la Société de Biologie, 1895, M. d'Arsonval annonçait que

les divers départements de l'organe électrique de la torpille donnaient *successivement* leurs décharges.

Nous avons répété les expériences de M. d'Arsonval. On trouvera ci-dessous les graphiques 1, 2 et 3 correspondant aux décharges de trois régions de l'organe électrique. On voit qu'elles sont, au contraire, absolument *simultanées*.



Nos recherches ont été effectuées sur des torpilles de tout âge et de toute dimension ; les résultats ont toujours été concordants.

Du retard du raccourcissement du muscle sur son gonflement

(En commun avec M. le professeur Jolyet).

Association française pour l'avancement des sciences. Bordeaux, 1895.

On sait que lorsqu'on excite un muscle par une décharge électrique (choc d'induction), on provoque dans ce muscle

un mouvement convulsif très bref, une *secousse musculaire*. On sait de plus que, si on enregistre la courbe du raccourcissement du muscle fixé sur un myographe, en même temps que l'excitation qui la provoque, le muscle ne répond pas immédiatement à l'excitation qu'il reçoit. Ce retard de la contraction apparente du muscle sur l'excitation représente le *temps perdu* du muscle. Le temps perdu du muscle est variable suivant une foule de circonstances. Il varie d'un animal à l'autre, et pour un même animal suivant le muscle considéré. Pour un muscle donné, l'état de repos ou de fatigue du muscle, son échauffement ou son refroidissement, etc., etc., diminuent ou augmentent le temps perdu.

Le présent travail a pour but de démontrer que, pour un muscle donné, toutes conditions étant identiques, le

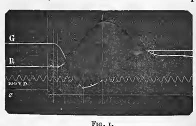


FIG. 1.
Tracés simultanés du gonflement (G) et du raccourcissement (R) du muscle gastro-cnémien de la grenouille, à la suite d'une excitation (e).

temps perdu du gonflement du muscle est plus court que celui de son raccourcissement. La démonstration de ce fait, important au point de vue de la physiologie générale du muscle, sera donnée pour les muscles de divers vertébrés ou invertébrés; mais elle ne portera aujourd'hui que sur les muscles gastro-cnémiens de la grenouille, biceps et jambier antérieur de l'homme.

1° *Temps perdu du raccourcissement et du gonflement du muscle gastro-cnémien de la grenouille.* — Le temps perdu de la contraction d'un muscle donné étant sujet, comme nous le disions plus haut, à de grandes variations, il y avait intérêt, pour l'appréciation exacte des différences des temps perdus du gonflement et du raccourcissement, à ce que les déterminations de ces temps fussent faites simultanément dans une même expérience. Il fallait donc enregistrer simultanément les courbes du gonflement (G) et du raccourcissement (R) du muscle gastro-cnémien de la grenouille, fixé sur un myographe approprié, en même temps que le moment de l'excitation du muscle (*e*), marqué par le signal Deprez, et les vibrations du diapason de 100 V D à la seconde pour l'appréciation des temps (*fig. 1*).

La grenouille étant fixée sur la planchette du myographe, le levier appliqué sur le muscle gastro-cnémien pour inscrire la courbe du gonflement, se mouvra naturellement dans un plan perpendiculaire à la planchette. Pour inscrire sur le papier enfumé du cylindre la courbe du raccourcissement du muscle à côté de celle du gonflement, il a donc fallu modifier la position du myographe simple de Marey, en le plaçant perpendiculairement à la planchette, et faire opérer la traction du muscle sur le levier par l'intermédiaire d'une poulie de renvoi, afin que le levier inscrivant la courbe du raccourcissement se meuve dans le même plan que le levier qui inscrit la courbe du gonflement. De ce dispositif résulte une opposition dans les courbes tracées, comme on le voit sur la *figure 1*, un des leviers (G) s'abaissant pendant que l'autre (R) s'élève.

Bien que le myographe dont nous nous sommes servis soit défectueux par suite de l'inertie de ses leviers (comme

d'ailleurs tous les myographes habituellement employés), et ne nous renseigne pas d'une façon absolue sur la durée des phases et la forme de la secousse, on peut néanmoins tirer des déductions importantes au point de vue de la physiologie générale du muscle, de l'étude comparative des courbes des secousses de gonflement et de raccourcissement, et de leurs phases, dont la figure ci-dessus est un spécimen.

On voit que l'excitation du muscle par un choc d'induction ayant lieu sur la ligne *e* au point marqué par le signal, le gonflement du muscle (G) se produit le premier avec un retard de 0″01 (une vibration double du diapason de 100 VD par seconde), le raccourcissement du muscle n'ayant lieu que plus tard, 0″015 après l'excitation. On voit également sur les tracés de la *figure 1*, que la période de gonflement du muscle est plus brusque et plus courte (un peu plus de 0″04 de durée) que celle du raccourcissement qui dure près de 0″07.

2° *Temps perdu du raccourcissement et du gonflement des muscles jambier antérieur et biceps brachial de l'homme.* — Pour la détermination de ces temps, nous nous sommes servis du myographe à transmission de Marey qui appliqué sur le corps du muscle et conjugué avec un tambour inscripteur, donne la secousse du gonflement du muscle produite par un choc d'induction. Pour inscrire la secousse de raccourcissement du muscle, le bouton d'un tambour de myographe, identique au précédent, est appliqué sur le bras de levier que le muscle, en se contractant, fait mouvoir. C'est ainsi que pour l'expérience du jambier antérieur, la jambe étant convenablement fixée, le pied en demi-extension forcée, le myographe de gonflement est appliqué sous pression choisie sur le corps du muscle à sa

partie supérieure ; tandis que le myographe à transmission du raccourcissement, fixé sur un support à part, est appliqué, sous pression déterminée également, sur la face dorsale du pied. En produisant une contraction du muscle, on

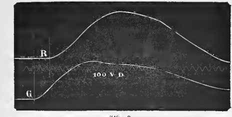


FIG. 2.
Temps perdus du gonflement (G) et du raccourcissement (R) du muscle jambier antérieur.

obtient des tracés dont la *figure 2* est un spécimen, et sur lesquels on voit que le gonflement du muscle (G) précède de 0″02 au moins le raccourcissement du muscle (R).

Pour l'expérience du muscle biceps, un dispositif identique

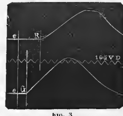


FIG. 3.
Temps perdus des secousses du gonflement (G. et de raccourcissement (R) du muscle biceps. — (e) Excitation du muscle.

tique au précédent est employé. Le bras étant fixé, et l'avant-bras placé en demi-extension, le myographe du gonflement est appliqué sur le corps charnu du muscle ;

le myographe du raccourcissement, fixé sur son support, est appliqué sur la face antérieure du poignet. La secousse du muscle étant provoquée par un choc d'induction, on obtient les courbes des secousses de gonflement et de raccourcissement du muscle biceps brachial, dont la *figure 3* est un exemple. Comme dans l'expérience du jambier antérieur, le gonflement du muscle précède de 0''02 son raccourcissement.

Les *figures 4* et *5* montrent l'influence de la fatigue musculaire sur le temps perdu du gonflement et du raccourcissement du muscle ; la fatigue allonge le temps perdu du gonflement, comme le montre la *figure 4 ;* sur le muscle très fatigué (tétanisé pendant une demi-heure), le temps perdu du gonflement est égal à celui du raccourcissement (*fig. 5*).

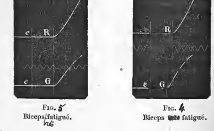


FIG. 5
Biceps très fatigué.

FIG. 4
Biceps fatigué.

Pour comprendre la cause de la différence de longueur des temps perdus des secousses de raccourcissement et de gonflement, il faut faire la part qui revient à chacune des deux propriétés du muscle, l'élasticité et la contractilité, dans la production des phases de la secousse. Assurément, les éléments contractiles du muscle interviennent seuls pour produire le raccourcissement des fibres muscu-

laires et opérer le mouvement du levier. Mais il faut considérer que l'action musculaire n'est pas transmise directement au levier, mais bien que l'intermédiaire d'un trait élastique, qui est le muscle lui-même.

Pour en comprendre l'influence, représentons-nous le muscle élastique et contractile en place sur le myographe, et tendu par un ressort ou par un poids. Tout le système est en état d'équilibre statique. Sous l'influence du choc d'induction, brusquement, les éléments contractiles du muscle vont se raccourcir. Leur contraction va avoir pour *premier effet,* non pas d'entraîner le poids tenseur retenu en vertu de son inertie, mais de développer dans les éléments élastiques du muscle, en les allongeant, une force élastique graduellement croissante jusqu'au moment où, par suite de l'extension de ces éléments, cette force sera devenue telle, qu'elle l'emportera sur l'inertie du poids ; celui-ci sera soulevé, et la contraction deviendra alors apparente extérieurement, manifestée qu'elle sera par son action sur le levier. Les éléments contractiles du muscle sont donc actifs, et *actifs effectivement*, pendant la période de temps perdu de raccourcissement, qui devient ainsi la *période de développement de la force élastique* du muscle, dont la mise en jeu a pour effet, comme on sait, d'amortir le choc dû à la contraction, et, par suite, d'augmenter le travail utile produit par la force musculaire.

Si les éléments contractiles du muscle sont actifs et se raccourcissent avant leur effet apparent sur le levier, leur raccourcissement entraînera forcément une augmentation correspondante de leur épaisseur. Le gonflement du muscle devra donc précéder son raccourcissement. On voit ainsi qu'il convient de distinguer dans la période latente du muscle le temps perdu du gonflement du muscle et celui de son raccourcissement. Le premier, qui représente

en réalité le temps perdu des éléments ou disques contractiles, est beaucoup plus court que le second, ainsi que nous l'avons plus vu haut et pour les raisons que nous venons d'indiquer. Elles expliquent les résultats mal compris de l'expérience irréprochable de Burdon-Sanderson, d'après laquelle le temps perdu de la contraction, ou mieux le début du gonflement du muscle et non le début du raccourcissement du muscle, comme certains physiologistes l'ont faussement interprété, coïncide avec l'apparition de la variation négative et a lieu environ 0''0025 après l'excitation du muscle, suivant de très près par conséquent l'excitation.

Sur la forme de la variation électrique accompagnant la secousse musculaire.

Société Linnéenne de Bordeaux, 1896.

Pour étudier cette question, il était indispensable d'utiliser un appareil susceptible de traduire sans inertie et d'une manière continue les diverses phases par lesquelles passent les phénoménes électriques considérés.

Nous nous sommes adressé à l'éléctromètre capillaire, disposé ainsi qu'on le verra plus loin.

L'inscription photographique de la variation électrique accompagnant la secousse musculaire fournit, pour un muscle *régulier et normal*, tel qu'un des adducteurs de la cuisse de la grenouille, un graphique montrant nettement deux phases : une première phase, négative, indiquée au-dessus de la ligne de potentiel zéro par une pointe très aiguë; une deuxième phase, positive, d'une plus longue durée que la précédente, est marquée au-dessous de la même ligne.

En d'autres termes, le muscle non lésé (1) est, au moment de sa contraction, le siége d'une variation de F.E.M. du type alternatif.

Cette manière d'envisager ce que Hermann appelle le *courant d'action* du muscle est tout à fait en désaccord avec les résultats obtenus par la plupart des physiologistes et, en particulier, par Burdon-Sanderson (voir *Journal of physiology*, vol. XVIII, n°s 1 et 2, 1895). Toutes les réponses électriques à l'excitation d'un muscle normal, publiées par ce savant, sont du type représenté dans les figures 3 et 7, planche V. Elles sont donc toutes monophasiques, ainsi que le fait remarquer Schenck, lequel d'ailleurs, est arrivé à des résultats identiques aux nôtres.

Les figures 3, 4, 5, 7, et 8 se rapportent aux variations électriques correspondant à des muscles lésés On voit combien elles diffèrent des variations normales.

Ces dernières sont toujours extrêmement brèves. La durée totale des deux phases atteint environ 35 milliémes de seconde; la phase + est généralement deux fois plus étalée que la phase. — Dans le muscle « injurié » au contraire, la durée de la phase négative unique qui accompagne l'excitation est parfois infiniment plus grande. Les figures 5, 8, 9 et 10, planche V, sont, à cet égard, particulièrement instructives. Ainsi, dans la figure 9, le temps est indiqué (ligne du milieu) en 50es de secondes. On voit que la variation persiste pendant près de 3/50 de seconde. De même dans la figure 8.

Les mêmes différences s'observent lorsqu'on inscrit les variations électriques correspondant au tétanos d'un muscle sain et au tétanos d'un muscle lésé; figure 11, planche VI, on voit le tétanos d'un organe normal; les figures 12, 14 représentent des tétanos de muscles lésés.

1. Et par suite dépourvu de courant de repos.

Action biologique des rayons X

(En commun avec M. Sabrazès).

C. R. Académie des Sciences, mai 1897.

Dans ce travail, nous avons tenté de vérifier les conclusions dues à divers auteurs, et relatives à l'action nocive des rayons X sur le cœur, les leucocytes, et même certaines espèces bactériennes.

Or, malgré la puissance des moyens d'action dont nous disposions, nous n'avons remarqué aucun effet appréciable des radiations de Rœntgen sur les éléments considérés.

Sur les phénomènes électriques de la pulsation cardiaque

Société Linnéenne de Bordeaux, 1897.

La variation électrique qui accompagne la systole ventriculaire ne diffère nullement de la réponse électrique normale d'un muscle excité.

Comme cette dernière, elle est nettement diphasique, et s'effectue de part et d'autre de la ligne de potentiel zéro. Ce fait se constate facilement, lorsqu'on explore, à l'aide des électrodes impolarisables et de l'électromètre capillaire, la surface du ventricule d'un cœur normal : la grandeur respective des phases varie seule, suivant la position relative des deux électrodes.

Mais, si pour un cœur intact la systole s'accompagne d'une onde électrique alternative, il n'en est plus de même pour un cœur « injurié ». Dans ce cas, en effet, la varia-

tion électrique est le plus souvent oscillatoire ; mais, parfois, les courbes obtenues sont plus complexes et deviennent analogues à celles dites « trémulatoire, » invoquées par certains physiologistes comme un argument en faveur de l'hypothèse qui assimile la pulsation cardiaque à un tétanos.

L'examen des tracés électrométriques obtenus avec un très grand nombre de cœurs appartenant à divers animaux (chien, lapin, grenouille) nous oblige à affirmer que cet état « trémulatoire » n'appartient qu'aux cœurs endommagés. Lorsque le ventricule est intact, *on ne le constate jamais*. Si la contraction du cœur normal est de nature tétanique, le rythme des excitations physiologiques qui la provoquent doit être extrêmement rapide, puisque, avec un électromètre dont le ménisque répondait à deux mille variations à la seconde, la réponse électrique du ventricule est toujours restée diphasique

Sur la puissance mécanique du muscle

Société Linnéenne de Bordeaux, 1897.

L'aire comprise par la courbe de la contraction du muscle exprimée par rapport au temps, satisfait à l'intégrale :

$$\int_{t_1}^{t_0} f(t)\,dt.$$

Or, considérons deux points de la courbe infiniment voisins, et tels que la portion de courbe comprise puisse être ramenée à sa tangente. Ces deux points, projetés sur la ligne des abcisses, seront exprimés par

$$t_1 h_1 \text{ et } t_1 + dt_1, h_1 + dh_1$$

Mais, $dh_1 = dt \ tg \alpha$

$$tg \alpha = \frac{dh}{dt}$$

et $\frac{dh_1}{dt} = W$

c'est-à-dire égale la puissance mécanique entre les deux points considérés.

Lorsque h_1 et t tendent vers o, on a :

$$\lim \frac{dh_1}{dt} = W_1 \text{ au temps } t_1$$

L'évaluation de la puissance mécanique de divers muscles fournissant des travaux de 5, 10, 15, 20 ergs, etc., nous a démontré ce fait extrêmement intéressant, que cette même puissance mécanique croissait à peu près suivant la suite naturelle 1, 2, 3, 4, etc.

Variations électriques et travail mécanique du muscle

Thèse de Doctorat en médecine, Bordeaux, 1898.

Dans ce mémoire se trouvent consignés les résultats d'expériences poursuivies pendant trois années consécutives sur les rapports existant entre le travail mécanique exécuté par un muscle, et les variations électriques qui l'accompagnent.

Ce n'est en quelque sorte, que l'introduction d'une critique de l'origine électrique de la force musculaire.

Nous avons recherché de quelle manière variait la force électromotrice d'un muscle soulevant des poids progressivement croissants.

La méthode utilisée se ramenait en réalité à ces principes : 1° Mesure de la variation de potentiel électrique

accompagnant la secousse musculaire ; 2° évaluation du travail exécuté par cette même secousse.

1° *Mesure du potentiel.* — On trouve planches I et 2 une vue de l'installation que nous avons combinée dans ce but.

L'instrument employé était l'électromètre de Lippmann modifié d'une manière appropriée au but que nous poursuivions. Le tube se voit en EE'. La pointe capillaire doit être extrêmement courte, afin que l'appareil obéisse sans temps perdu aux rapides oscillations électriques du muscle excité. On fait varier la position du ménisque au moyen du réservoir à mercure C (planche 2, fig. 1) qui communique avec l'électromètre à l'aide du tube à robinet *tt'*. Il est ainsi très facile de fixer une fois pour toutes le O de l'instrument. En R (planche I), on voit la clef de court-circuit qui sert à maintenir isolées ou réunies les deux bornes électrométriques : elle est constituée par un robinet plein de mercure ; un tel dispositif a l'avantage de ne pas introduire dans le système de forces électromotrices étrangères. Le tube est monté sur un chariot à vis micrométriques, muni de deux mouvements horizontaux rectangulaires permettant de centrer exactement la pointe capillaire par rapport à l'axe optique du microscope P. Le ménisque est violemment éclairé à l'aide d'un focus de microscope solaire. Son image est projetée à travers la chambre noire L sur une fente verticale à valves mobiles *g* (fig. 2, planche II, dessin schématique) incrustée dans la paroi d'une caisse obscure B. Une pellicule sensible roulée sur un cylindre à vitesse constante C reçoit l'impression du faisceau lumineux. La fente a été réglée de telle sorte que sa largeur soit un peu plus faible que celle de la colonne de mercure projetée sur elle par le pinceau lumineux : on comprend que les moindres déplacements

du ménisque doivent ainsi se photographier sur la pellicule disposée en *c*. Le volet *ff* sert à ouvrir ou à fermer la fente *g*.

En R (fig. 2. planche II) est disposé un support pour le chronographe, le myographe, etc. Les styles de ces appareils sont ainsi placés au devant de *g* et leur ombre portée laisse sa trace sur la surface sensible.

On étalonne l'appareil en photographiant les déplacement du zéro pour FEM variant de $1/10^e$ à $1/1000^e$ de volt, par exemple. On peut ainsi construire la courbe de l'instrument en portant en ordonnées les grandeurs ainsi trouvées. Cette courbe permettra d'évaluer à chaque instant les différences de potentiel recueillies sur les photogrammes électrométriques. Cette méthode, imaginée par nous, a pour elle l'avantage d'une grande simplicité et d'une économie de temps très appréciable.

2° *Mesure du travail exécuté par le muscle.* — Le travail exécuté par un muscle déplaçant une résistance donnée est toujours la forme T = PH.

Il suffit par suite de connaître P et H pour l'évaluer avec exactitude.

Pour mesurer P, la seule méthode précise consiste à équilibrer au moyen de la balance le levier myographique chargé des poids que doit soulever le muscle.

Pour ce qui est de H, il est toujours facile d'en apprécier directement la grandeur.

Enfin il est un point particulier sur lequel nous avons jugé utile de nous arrêter également. La secousse musculaire, exécutée en vue du déplacement de poids variables, a une durée plus ou moins grande (toutes choses égales d'ailleurs) selon la charge soulevée. Dans nos expériences, nous avons rendu H constant pour une même série de mesures. L'intensité de l'excitation était, elle-même, inva-

riable ; mais, *la puissance mécanique* du système n'a pas été la même dans chaque cas envisagé. Il était nécessaire de tenir compte de cette notion nouvelle ; nous verrons qu'elle conduit à d'intéressants résultats.

Nos recherches ont porté sur les contractions isométrique et isotonique.

En expérimentant sur le muscle isotonique, nous ne devons considérer que le travail exécuté pendant la période dite « d'énergie croissante » ; on sait, en effet, que lorsque le muscle en se contractant soulève un poids qui le ramène à sa longueur primitive, il n'accomplit aucun travail extérieur.

Pour atteindre ce résultat, nous avons eu recours au dispositif suivant (planche IV) : un fort électro-aimant E, a l'un de ses pôles disposé à 4 millimètres au-dessous d'une plate-forme circulaire de fer doux AB, maintenue à cette hauteur à l'aide de deux ressorts r et r' ; d'autre part, le levier myographique, mobile dans un plan vertical, est muni d'une barrette d'aluminium L terminé à sa partie inférieure par une pointe de platine très aiguë ; un circuit électrique peut être établi entre l'électro, le levier du myographe, la pointe de platine et une goutte de mercure dans laquelle celle-ci peut plonger ; on comprend fort bien que dans des conditions semblables, la pièce AB, vivement attirée par l'électro, sera fixée sur le pôle qui la sollicite, jusqu'au moment où le circuit étant rompu par la sortie de la pointe hors du mercure, la force élastique des ressorts entraînera la plate-forme. On s'arrangera de telle sorte que la pointe de platine quitte le mercure avant que le muscle ait pu atteindre son raccourcissement maximum ; on y arrive facilement en faisant varier la longueur immergée. Le plateau du myographe supportant le poids est amené, à l'aide de la vis V au contact de la plate-forme

de fer doux appliquée sur l'électro ; on excite alors le muscle : le levier en se soulevant, produit l'ouverture du courant d'aimantation ; les ressorts entrent en jeu, entraînent la plate-forme, et préviennent ainsi la chute des poids tenseurs du muscle. Afin que la pointe de platine ne puisse venir se replonger dans le mercure après que la secousse musculaire a été effectuée, on a placé sur le trajet du levier un ressort très doux *s*, fixé sur un support approprié : au moment où le muscle est soulevé par la contraction, il écarte sans peine le petit ressort ; mais, lorsqu'il retombe à la suite de la suppression de la charge, son poids est insuffisant pour vaincre l'obstacle placé de nouveau sur son chemin.

Résultats. — Par l'application de ces procédés expérimentaux nous avons prouvé que la différence du potentiel développée au moment de la secousse musculaire entre l'équateur et le tendon de l'organe, varie dans le même sens que le travail mécanique ; ce qui revient à dire que la force électromotrice croît en même temps qu'augmentent les poids soulevés.

Mais, une conclusion semblable ne signifie point que la quantité d'électricité apparaissant pendant la contraction s'accroisse de la même manière. Un facteur nous manque pour établir cette donnée : c'est la variation de l'intensité électrique en fonction du travail produit.

Si nous parvenons quelque jour à prouver que le produit IE devient plus grand lorsque les résistances déplacées deviennent elles-mêmes plus grandes (la hauteur de soulèvement restant la même) la théorie du muscle moteur électrique sera, à notre avis, fortement compromise : si le tissu musculaire transformait l'énergie musculaire en travail, il serait difficile de comprendre pourquoi la quantité d'électricité apparue extérieurement s'accroîtrait en même temps que la charge déplacée.

Sur les variations électriques accompagnant les secousses isotonique et isométrique du muscle

Société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux, 1898.

Il était très intéressant de rechercher si un muscle travaillant d'abord isotoniquement puis insométriquement, les courbes électriques variaient dans un sens donné et constant entre ces deux modes d'activité.

Déjà Schenck, étudiant la même question, concluait que *l'oscillation négative* isométrique est moindre que l'isotonique. Nous avouons ne pas comprendre pourquoi il en est ainsi. Mais il est un fait facile à observer pour qui voudra s'en donner la peine ; c'est de mesurer l'ordonnée maximum de la courbe de variation électrique pour une seule secousse musculaire isotonique puis isométrique (toutes choses étant égales d'ailleurs, bien entendu). *On trouvera toujours une plus grande hauteur dans l'isométrie.* Ainsi, pour la contraction isotonique d'un adducteur de la cuisse d'une grenouille, on trouvera comme différence de potentiel négative maximum — 0v085 ; pour la contraction isométrique on trouvera — 0v100.

Et, à notre avis, le fait que nous mettons en lumière nous paraît être fort naturel. Sans doute, dans la contraction isométrique, le changement de forme du muscle est inappréciable ou sensiblement nul ; mais l'intensité des combustions est énorme : la preuve en est dans la chaleur devenue libre. Et, comme il est probable que la variation électrique est fonction de l'état moléculaire du muscle, on comprend que plus les changements seront considérables, plus grande sera cette même variation.

La durée des phases de la variation électrique accompagnant la secousse musculaire est indépendante du travail mécanique

Société Linnéenne de Bordeaux, 1898.

Ce fait se déduit naturellement de l'étude attentive du très grand nombre d'expériences où nous avons mesuré simultanément et le travail mécanique développé par un muscle, et la durée des deux phases de la variation électrique consécutive.

Cette remarque devient plus particulièrement évidente lorsqu'on étudie les courbes électrométriques enregistrées sur une pellicule se déplaçant avec une grande vitesse. Les surfaces déterminées par les limites d'excursion du ménisque s'étalent alors, pour ainsi dire, et il devient très facile de mesurer la durée de la variation entre deux fractions de temps très voisines.

Description d'un nouveau myographe isotonique pour mesurer le travail positif et la puissance mécanique du muscle

Société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux, 1898.

Cet appareil n'est autre chose que celui figuré Planche IV et dont on a pu lire précédemment la description et le mode d'emploi.

Description d'un myographe isotonique

Société d'anatomie et de physiologie de Bordeaux, 1898.

Cet instrument est représenté figure 2, planche III.

Il a pour but d'inscrire les variations de tension du muscle se contractant isotoniquement. Sur une plaque de cuivre rectangulaire, et disposée dans un plan horizontal, se trouve fixé un levier enregistreur mobile autour d'un axe O disposé dans un plan vertical. A 1 millimètre et demi en dehors de cet axe, on a ajusté une tige métallique rigide d'environ 5 centimètres de longueur, munie d'un crochet auquel on fixe le tendon du muscle en expérience. Le système constitue en somme un levier du premier genre, dout la résistance est un ressort R en acier, soigneusement travaillé, et relié au levier à l'aide d'une barrette inflexible pourvue d'une chappe articulée en A. La distance AO est de 3 centimètres. Une pince P sert à maintenir solidement la portion osseuse sur laquelle s'insère le muscle étudié. V et *v'* sont deux crochets en verre qui empêchent la dérivation du courant musculaire à travers les pièces métalliques de l'appareil. En S se trouve une tige destinée à supporter le signal de Deprez. Une douille D permet d'installer le myographe sur un support de côté, à réglage, de Verdin. On comprend que, eu égard à la très faible distance séparant le point d'application de la force du centre de rotation du levier, le raccourcissement du muscle excité sera très faible et absolument négligeable. Tout se passera donc comme si la longueur de l'organe restait constante, et la courbe tracée par la plume inscriptrice traduira les diverses phases de la tension musculaire. Cette dernière sera facile à évaluer en remplaçant l'effort du muscle par l'action d'un poids déterminé susceptible d'amener la même déformation du ressort.

Sur les variations électriques du cœur

Journal de physiologie et de pathologie générales, mars 1900.

Voici les conclusions de ce travail, exécuté en enregistrant les oscillations électriques du cœur fournies par l'électromètre capillaire :

Au moment de la systole, le ventricule du cœur *normal* (tant des animaux à sang froid qu'à sang chaud) est le siége d'un courant alternatif, dont la durée est variable avec la rapidité de la contraction musculaire. Cette variation électrique est l'analogue du *courant d'action* observé dans un muscle *normal* répondant à une excitation instantanée. Elle n'a aucun rapport avec les modifications électriques qui accompagnent l'état de tétanisation. Les oscillations multiples observées par L. Fredericq dans le ventricule du cœur du chien ne sont pas physiologiques : elles sont dues à des phénomènes d'altération. La systole cardiaque est donc une secousse simple et non un tétanos.

Effets de l'hypothermie chez les animaux

Congrès des Sociétés savantes, Bordeaux 1903.

Dans ce travail nous avons recherché l'influence des grands froids (—90°) sur les animaux tant poïkilothermes qu'hétérothermes; nos travaux sur cet intéressant sujet sont encore trop incomplets pour que nous puissions en donner une analyse détaillée.

Mais un fait très intéressant et hors de contestation, c'est que les animaux refroidis succombent à la suite de l'abaissement de leur température centrale, alors qu'ils ont encore des réserves de glycogène dans le foie.

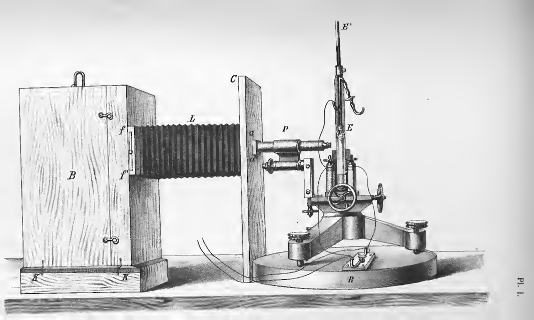
TRAVAUX EN PRÉPARATION

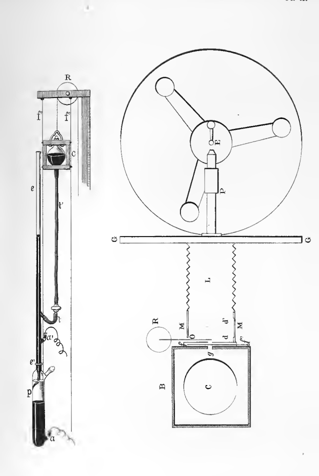
Etude chronophotographique de la contraction du muscle isolé

Recherches thermoélectriques sur le travail du muscle

Dans ce travail nous recherchons la signification de la *variation négative* thermique observée par plusieurs physiologistes au moment de la secousse du muscle (Voir travaux de MM. Ch. Richet et A. Broca).

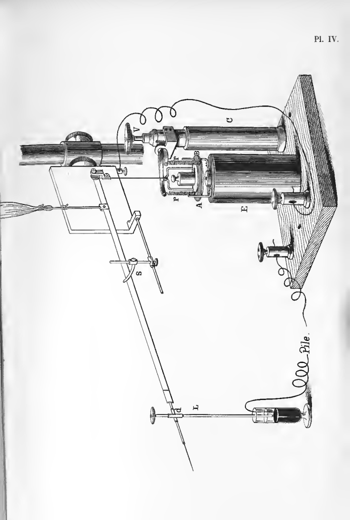
Imp. de la Faculté de médecine, H. JOUVE, 15, rue Racine, Paris.


E'
C
L
P
E
f
a
a
f'
B
K
K
R


R
f'
f'
c
e
t'
t
a'
e'
p
a
R
M
O
f
g
d
d'
M
f'
B
C
L
G
G
P
E



Pl. IV.



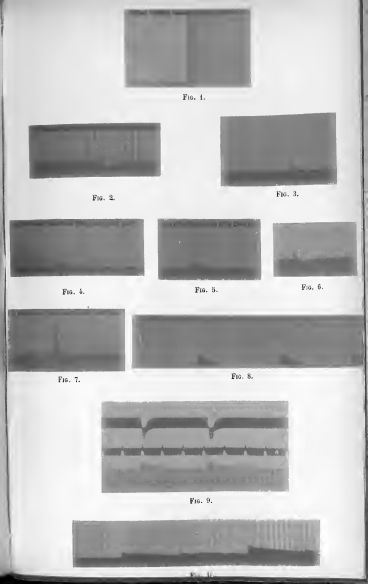


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

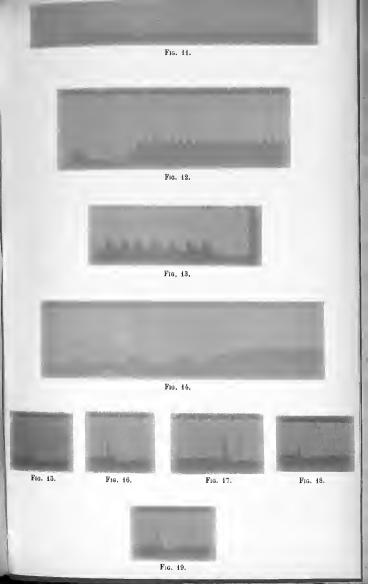


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.